

## Spesifikasi *stone matrix asphalt* (SMA)



© BSN 2015

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun serta dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN  
Email: [dokinfo@bsn.go.id](mailto:dokinfo@bsn.go.id)  
[www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id)

Diterbitkan di Jakarta



## Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata .....	ii
Pendahuluan.....	iii
1 Ruang lingkup.....	1
2 Acuan normatif.....	1
3 Istilah dan definisi .....	2
4 Ketentuan bahan .....	3
5 Ketentuan campuran .....	6
Bibliografi .....	7
 Tabel 1 - Persyaratan agregat kasar .....	 4
Tabel 2 - Persyaratan agregat halus .....	4
Tabel 3 - Persyaratan serat selulosa.....	4
Tabel 4 - Persyaratan aspal keras.....	5
Tabel 5 - Gradasi agregat gabungancampuran SMA.....	6
Tabel 6 - Persyaratan campuran <i>Stone Matrix Asphalt</i> (SMA).....	6



## Prakata

Standar Nasional Indonesia tentang “Spesifikasi *stone matrix asphalt* (SMA)” merupakan standar baru, yang mengacu pada AASHTO M 325-08 “*Standard Specification for Stone Matrix Asphalt (SMA)*” dan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan-Kementerian Pekerjaan Umum.

Standar ini dimaksudkan untuk mendapatkan suatu lapis permukaan pada perkerasan jalan yang berfungsi sebagai lapisan aus, serta sebagai acuan bagi para perencana, pelaksana dan pengawas pada pelaksanaan pekerjaan perkerasan jalan dengan menggunakan campuran SMA dengan serat selulosa pelet.

Spesifikasi ini dipersiapkan oleh Komite Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil pada Sub Komite Teknis Rekayasa Jalan dan Jembatan 91-01-S2 melalui Gugus Kerja Bahan dan Perkerasan Jalan

Tata cara penulisan disusun mengikuti Pedoman Standardisasi Nasional (PSN) 08:2007 dan dibahas dalam forum rapat konsensus yang diselenggarakan pada tanggal 27 Juni 2013 di Bandung oleh Sub Komite Teknis, yang melibatkan para narasumber, pakar dan lembaga terkait dan telah melalui jajak pendapat dari tanggal 15 September 2014 sampai 14 November 2014.





## Pendahuluan

Istilah campuran SMA di Amerika dikenal dengan singkatan dari *Stone Matrix Asphalt*, sedangkan di Eropa adalah *Stone Mastic Asphalt*. Jenis campuran SMA pada kedua negara banyak diaplikasikan karena memiliki ketahanan terhadap deformasi (*rutting*) serta memiliki beberapa keuntungan bagi pengguna jalan, yaitu diantaranya mempunyai ketahanan gelincir (*skid resistant*) yang cukup tinggi serta mengeliminasi kebisingan.

*Stone matrix asphalt* (SMA) merupakan jenis campuran beraspal panas yang dapat digunakan sebagai lapis permukaan dengan beberapa karakteristik lapisan yang dapat memberikan beberapa keuntungan bagi pengendara karena mempunyai ketahanan gelincir (*skid resistant*) yang cukup tinggi. Di samping itu, campuran SMA mempunyai gradasi agregat hampir seragam sehingga memiliki ketahanan terhadap deformasi (*rutting*) maka lebih tepat untuk beban kendaraan berat. Namun demikian, berdasarkan pengalaman penggunaan serat selulosa (tidak berbentuk pelet) sering mengalami kegagalan karena sulitnya diperoleh campuran yang homogen. Untuk itu, pada spesifikasi SMA ini jenis serat selulosa yang direkomendasikan berupa serat selulosa berbentuk pelet

Spesifikasi ini mencakup persyaratan bahan campuran SMA yang terdiri dari agregat, bahan pengikat (aspal), serta persyaratan gradasi agregat campuran dan sifat-sifat campuran. Spesifikasi ini merupakan spesifikasi baru yang berguna sebagai acuan dalam perancangan serta pelaksanaan pekerjaan campuran SMA untuk pekerjaan pemeliharaan atau pembangunan jalan baru.



## Spesifikasi *stone matrix asphalt* (SMA)

### 1 Ruang lingkup

Spesifikasi ini menetapkan ketentuan bahan dan ketentuan campuran *Stone Matrix Asphalt* (SMA) untuk lapis permukaan atau lapis aus, baik yang menggunakan aspal pen 60 s.d 70 atau aspal modifikasi dengan bahan tambah serat selulosa pelet sekitar 0,3% terhadap berat total campuran.

Proses perancangan campuran pada spesifikasi ini menggunakan metode pengujian Marshall (ASTM D6927-06). Dasar perencanaan SMA menentukan parameter volumetrik campuran terutama rongga dalam campuran (VIM), rongga diantara mineral agregat (VMA) dan adanya kontak antara butiran agregat kasar.

*Stone Matrix Asphalt* yang menggunakan bahan pengikat aspal pen 60 s.d 70 dengan serat selulosa pelet selanjutnya disebut SMA dan yang menggunakan bahan pengikat aspal modifikasi dengan serat selulosa pelet disebut SMA Mod.

### 2 Acuan normatif

Dokumen referensi di bawah ini harus digunakan dan tidak dapat ditinggalkan untuk melaksanakan standar ini.

SNI 06-Metoda pengujian jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan no.200 (0,075 mm).

SNI 1966:2008, Cara uji penentuan batas plastis dan indeks plastisitas tanah

SNI 1967:2008, Cara uji penentuan batas cair tanah

SNI 2417:2008, Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles

SNI 2432:2011, Cara uji daktilitas aspal

SNI 2433:2011, Cara uji titik nyala dan titik bakar dengan alat cleveland open cup

SNI 2434:2011, Cara uji titik lembek aspal dengan alat cincin dan bola (ring and ball)

SNI 2439:2011, Cara uji penyelimutan dan pengelupasan pada campuran agregat-aspal

SNI 2441:2011, Cara uji berat jenis aspal keras

SNI 2456:2011, Cara uji penetrasi aspal

SNI 3407:2008, Cara uji sifat kekelan agregat dengan cara perendaman menggunakan larutan natrium sulfat atau magnesium sulfat

SNI 03-4428-1997, Metoda pengujian agregat halus atau pasir yang mengandung bahan plastis dengan cara setara pasir

SNI 4797:2015, Tata cara pemulihan aspal dengan alat penguap putar

SNI 06-6399-2000, Tata cara pengambilan contoh aspal

SNI 03-6723-2002, Spesifikasi bahan pengisi untuk campuran beraspal

SNI 6753:2015, Cara uji ketahanan campuran beraspal panas terhadap kerusakan akibat rendaman,

SNI 03-6819-2002, Spesifikasi agregat halus untuk campuran beraspal

SNI 03-6877-2002, Metoda pengujian kadar rongga agregat halus yang tidak di padatkan

SNI 03-6894-2002, Metode pengujian kadar aspal dan campuran beraspal cara sentrifius

SNI ASTM C136-2012, Metode uji untuk analisis saringan agregat halus dan kasar



AASHTO R 46-08, *Standard Practice for Designing Stone Matrix Asphalt (SMA)*  
 AASHTO T301-99, *Elastic Recovery Test Of Bituminous Material By Means Of A Duclilometer*  
 AASHTO T305-99, *Determination of Draindown Characteristics in Uncompacted Asphalt Mixtures*  
 ASTM D2042-09, *Standard Test Method for Solubility of Asphalt Materials in Trichloroethylene*  
 ASTM D5821-01, *Standard test method for determining the percentage of fractured particles in coarse aggregate*  
 ASTM D5976, *Standard specification for type polymer modified asphalt cement for use in pavement construction*  
 ASTM D6927-06, *Standard test method for Marshall Stability and Flow of bituminous Mixtures*

### 3 Istilah dan definisi

Untuk tujuan penggunaan standar ini, istilah dan definisi berikut digunakan.

#### 3.1

##### **agregat**

sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lainnya, baik berupa hasil alam maupun hasil buatan

#### 3.2

##### **aspal keras**

residu destilasi minyak bumi yang bersifat *viscoelastic*

#### 3.3

##### **aspal modifikasi**

aspal keras yang dicampur dengan asbuton yang diproses atau elastomer alam (latex) atau elastomer sintetis

#### 3.4

##### **rongga di antara mineral agregat (*void in mineral aggregates, VMA*)**

volume rongga yang terdapat di antara partikel agregat suatu campuran beraspal yang telah dipadatkan, yaitu rongga udara dan volume kadar aspal efektif, yang dinyatakan dalam persen terhadap volume total benda uji. Volume agregat dihitung dari berat jenis curah (*bulk*)

#### 3.5

##### **rongga udara di dalam campuran (*void in mix, VIM*)**

volume total udara yang berada di antara partikel agregat yang diselimuti aspal dalam suatu campuran yang telah dipadatkan, dinyatakan dengan persen volume curah atau (*bulk*) suatu campuran

#### 3.6

##### **rongga udara dalam agregat kasar (*void in the coarse aggregate, VCA*)**

total volume antara partikel agregat kasar. Volume ini meliputi bahan pengisi (*filler*), agregat halus, rongga udara, pengikat aspal, dan aditif penstabil (bila digunakan)



## 3.7

**serat selulosa**

merupakan polisakarida atau senyawa organik yang terdiri dari rantai linier dari beberapa ratus hingga lebih dari sepuluh ribu ikatan  $\beta$  (1 $\rightarrow$ 4) unit D-glukosa. Selulosa adalah karbohidrat utama yang disintesis oleh tanaman dan menempati hampir 60% komponen penyusun struktur kayu

## 3.8

**serat selulosa pelet**

serat selulosa yang dicampur dengan aspal keras (pen 60) kemudian dibentuk butiran kecil (pelet) dengan ukuran diameter 3,8 mm s.d 4,0 mm dan panjang 5,9 mm s.d 6,1 mm (sesuai pabrik pembuat)

## 3.9

**stone matrix asphalt (SMA)**

campuran beraspal panas yang terdiri dari dua bagian, yaitu skeleton agregat kasar dan mortar bahan pengikat aspal pen 60 dengan proporsi tinggi

## 3.10

**stone matrix asphalt modifikasi (SMA Mod)**

campuran beraspal panas yang terdiri dari dua bagian, yaitu skeleton agregat kasar dan mortar bahan pengikat aspal modifikasi dengan proporsi cukup tinggi

## 3.11

**Mortar**

campuran untuk aspal, bahan pengisi (filler), lolos ayakan 0,075 mm (No. 200) dan bahan aditif (*stabilizing additive*)

4 **Ketentuan bahan**4.1 **Agregat**

## a. Umum

- 1) Agregat yang digunakan dalam pekerjaan harus sedemikian agar campuran SMA, yang proporsinya dibuat sesuai dengan rumus perbandingan campuran dan memenuhi semua ketentuan yang disyaratkan.
- 2) Agregat harus ditumpuk secara terpisah sehingga tidak saling tercampur satu dengan lainnya.
- 3) Penyerapan air oleh agregat maksimum 2%.
- 4) Perbedaan berat jenis (*bulk specific gravity*) antara agregat kasar dengan agregat halus yang lebih dari 0,2 dapat digunakan dengan perhitungan koreksi berdasarkan volumetrik.

## b. Agregat kasar

- 1) Fraksi agregat kasar untuk rancangan campuran adalah yang tertahan ayakan No. 4 (4,76 mm) dan haruslah bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi persyaratan yang diberikan pada Tabel 1.
- 2) Agregat kasar harus batu pecah mempunyai angularitas seperti yang disyaratkan dalam Tabel 1. Angularitas agregat kasar didefinisikan sebagai persen terhadap berat agregat yang lebih besar dari No. 4 (4,76 mm) dengan muka bidang pecah satu atau lebih.



**Tabel 1 - Persyaratan agregat kasar**

Pengujian	Standar	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium atau magnesium sulfat	SNI 3407:2008	Maks.12 %
Abrasi dengan mesin Los Angeles	SNI 2417:2008	Maks. 30 %
Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 2439:2011	Min. 95 %
Angularitas	ASTM D 5821-01	100/90 <sup>(1)</sup>
Partikel pipih dan Lonjong (Perbandingan 1:5)	RSNI T-01-2005	Maks. 5 %

Catatan :

- 1) 100/90 menunjukkan bahwa 100% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dan 90% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih.

c. Agregat halus

- 1) Fraksi agregat halus dari sumber bahan manapun, harus terdiri penyaringan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan No.4 (4,76 mm) sesuai SNI 03-6819-2002.
- 2) Fraksi agregat halus pecah mesin, harus ditumpuk terpisah dari agregat kasar.
- 3) Agregat halus harus merupakan bahan yang bersih, keras, bebas dari lempung, atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya. Agregat pecah halus harus diperoleh dari batu yang memenuhi persyaratan mutu agregat kasar (sesuai Tabel 1: kekekalan bentuk, abrasi dan kelekatan). Agar dapat memenuhi persyaratan mutu batu pecah halus harus diproduksi dari batu yang bersih. Bahan halus dari pemasok pemecah batu (*crusher feed*) harus diayak dan ditempatkan tersendiri sebagai bahan yang tak terpakai (kulit batu) sebelum proses pemecahan kedua (*secondary crushing*).
- 4) Agregat halus harus memenuhi persyaratan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2 - Persyaratan agregat halus**

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Min. 60%
Material lolos Ayakan No.200	SNI 03-4142-1996	Maks. 1%,
Angularitas	SNI 03-6877-2002	Min. 45%
Batas Cair (Liquid Limit, LL)	SNI 1967:2008	Maks 25
Indeks Plastis (Plastic Index, PI)	SNI 1966:2008	NP

d. Bahan pengisi

Bahan pengisi (*filler*) yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan serta harus memenuhi persyaratan sesuai SNI SNI 03-6723-2002. Bila diuji dengan pengayakan sesuai SNI ASTM C136-2012 harus mengandung bahan yang lolos ayakan No. 200 (75 micron) tidak kurang dari 75% terhadap beratnya.

## 4.2 Serat selulosa

Serat selulosa yang dipergunakan harus dalam bentuk pelet yang ditambahkan kedalam campuran sekitar 0,3% terhadap berat total campuran sehingga dapat mencegah draindown. Serat selulosa sebelum dibentuk pelet serta dimensi serat selulosa pelet harus memenuhi persyaratan pada Tabel 3.

**Tabel 3 - Persyaratan serat selulosa**

Pengujian	Satuan	Persyaratan
Serat:		
Panjang serat	mm	6,35



Tabel 3 - (lanjutan)

Pengujian	Satuan	Persyaratan
Lolos ayakan No. 20	%	85 ± 10
No. 40	%	40 ± 10
No. 140	%	30 ± 10
pH	-	7,5 ± 1,0
Absorsi minyak	-	7,5 ± 1,0 kali berat serat selulosa
Kadar air	%	Maks. 5
Pelet:		
Selulosa pelet		
- Diameter	mm	3,8-4,0
- Panjang	mm	5,9-6,1

### 4.3 Aspal

- a. Aspal keras yang dapat digunakan harus sesuai dengan Tabel 4. Pengambilan contoh aspal harus dilaksanakan sesuai dengan SNI 03-6399-2000.

Tabel 4 - Persyaratan aspal keras

No.	Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Tipe I Aspal Pen. 60-70	Tipe II Aspal yang Dimodifikasi		
				A <sup>(1)</sup>	B	C
				Asbuton yang diproses	Elastomer Alam (Latex)	Elastomer Sintetis
1.	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	SNI 2456:2011	60--70	Min. 50	50--70	Min. 40
2.	Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011	≥ 48	≥ 53	-	≥ 54
3.	Daktilitas pada 25°C, (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100
4.	Titik Nyala (°C)	SNI 2433:2011	≥ 232	≥ 232	≥ 232	≥ 232
5.	Kelarutan dalam <i>Trichlor Ethylen</i> (%)	ASTM D2042	≥ 99	≥ 90 <sup>(1)</sup>	≥ 99	≥ 99
6.	Berat Jenis aspal	SNI 2441:2011	≥ 1,0	≥ 1,0	≥ 1,0	≥ 1,0
7.	Stabilitas Penyimpanan: Perbedaan titik lembek (°C)	ASTM D 5976 part 6.1 SNI 2434:2011	-	≤ 2,2	≤ 2,2	≤ 2,2
Pengujian Residu Aspal hasil TFOT atau RTFOT :						
8.	Berat yang Hilang (%)	SNI 06-2440-1991	≤ 0,8	≤ 0,8	-	-
9.	Penetrasi pada 25°C (%)	SNI 2456:2011	≥ 54	≥ 54	≥ 54	≥ 54
10.	Keelastisan setelah Pengembalian (%)	AASHTO T 301-99	-	-	> 45	> 60
11.	Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100	≥ 50	≥ 50	-
12.	Partikel yang lebih halus dari 150 mikron (µm) (%)			Min.95 <sup>(1)</sup>		

Catatan : (1) Hasil pengujian adalah untuk bahan pengikat (bitumen) yang diekstraksi dengan menggunakan metode SNI 03-6894-2002 dan pemulihan bahan pengikat menggunakan metoda SNI 4797:2015. Adapun untuk pengujian kelarutan dan gradasi mineral dilaksanakan pada seluruh bahan pengikat termasuk kadar mineralnya.

### 4.4 Bahan aditif

Jenis aditif dapat berupa bubuk atau butiran atau anti pengelupasan. Untuk masing-masing jenis aditif, proses penggunaan mengikuti manual produk.

### 4.5 Gradasi agregat gabungan

Gradasi agregat gabungan untuk campuran *stone matrix asphalt* (SMA), ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat. Pemilihan tipe gradasi disesuaikan dengan tebal rancangan minimum serta harus memenuhi batas-batas yang ditunjukkan pada Tabel 5.



**Tabel 5 - Gradasi agregat gabungan campuran SMA**

Ukuran Ayakan		% Berat yang lolos	
ASTM	(mm)	SMA Kasar (Tebal rancangan min. 5,0 cm)	SMA Halus (Tebal rancangan min. 4,0 cm)
1"	25	100	
¾"	19	90 - 100	100
½"	12,5	50 - 88	90 - 100
3/8"	9,5	25 - 60	50 - 80
No.4	4,75	20 - 28	20 - 35
No.8	2,36	16 - 24	16 - 24
No.200	0,075	8 - 11	8 - 11

## 5 Ketentuan campuran

Campuran *Stone Matrix Asphalt* harus memenuhi batas-batas yang ditunjukkan pada Tabel 6.

**Tabel 6 - Persyaratan campuran *Stone Matrix Asphalt* (SMA)**

Sifat-sifat campuran		Persyaratan	
		SMA	SMA Mod
Kadar Aspal		6,0 – 7,0	
Jumlah tumbukan per bidang		50	
Rongga dalam campuran (VIM), %	Min.	4,0	
	Maks.	5,0	
Rongga dalam agregat (VMA), %		Min.	17
Rasio $VCA_{MIX}/VCA_{DRC}^{(1)}$		< 1	
Draindown pada temperatur produksi, % berat dalam campuran (waktu 1 jam) <sup>(2)</sup>		Maks.	0,3
Stabilitas Marshall, kg		Min.	600   750
Pelelehan, mm	Min.	2	
	Maks.	4,5	
Tensile Strength Ratio (TSR) pada VIM 6% $\pm$ 1% <sup>(3)</sup> , %		Min.	80
Stabilitas dinamis, lintasan/mm		Min.	2500   3000

Catatan:

(1) Penentuan  $VCA_{MIX}$  dan  $VCA_{DRC}$  sesuai AASHTO R 46-08

(2) Pengujian Draindown sesuai AASHTO T 305-99

(3) Untuk mendapatkan VIM 6%  $\pm$  1%, buat benda uji Marshall dengan variasi tumbukan pada kadar aspal optimum, misal 2x40, 2x50, 2x60 dan 2x75 tumbukan. Kemudian dari masing-masing benda uji tersebut, hitung nilai VIM dan buat hubungan antara jumlah tumbukan dan VIM. Dari grafik tersebut dapat diketahui jumlah tumbukan yang memiliki nilai VIM 6%  $\pm$  1%, kemudian lakukan pengujian Tensile Strength Ratio (TSR) sesuai SNI 6753:2015 (tanpa pengondisian pada temperatur minus 18°C).

Jika alat pengujian TSR tidak tersedia maka lakukan pengujian stabilitas sisa setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C (%) dengan ketentuan minimal 90%.



## Bibliografi

*Stone Matrix Asphalt Theory and Practice*, Krzysztof Blazejowski, CRC Press Taylor & Francis Group.

SNI 2490:2008, *Cara uji kadar air dalam produk minyak dan bahan mengandung aspal dengan cara penyulingan*

SNI 03-3640-1994, *Metoda pengujian kadar aspal dengan cara ekstraksi menggunakan alat soklet*

SNI 03-4804-1998, *Metoda pengujian bobot isi dan rongga udara dalam agregat*

SNI 03-6441-2000, *Metode pengujian viskositas aspal minyak dengan alat brookfield termosel*

SNI 03-6721-2002, *Metode pengujian kekekentalan aspal cair dengan saybolt*

SNI 03-6757-2002, *Metoda pengujian berat jenis nyata campuran beraspal padat menggunakan benda uji kering permukaan jenuh*

SNI 03-6893-2002, *Metoda pengujian berat jenis maksimum campuran beraspal*

ASTM D 4791, *Standard Test Method for Flat or Elongated Particles in Coarse Aggregate*

RSNI M-04-2004, *Cara uji kelarutan aspal*

RSNI T-01-2005, *Cara uji butiran agregat kasar berbentuk pipih, lonjong, atau pipih dan lonjong*

SNI ASTM C136-2012, *Metode uji untuk analisis saringan agregat halus dan kasar*

AASHTO M 325-08, *Standard Specification for Stone Matrix Asphalt (SMA)*